



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 32 21 785.4  
22 Anmeldetag: 9. 6. 82  
43 Offenlegungstag: 12. 1. 84

DE 32 21 785 A 1

71 Anmelder:

Glyco-Metall-Werke Daelen & Loos GmbH, 6200  
Wiesbaden, DE

72 Erfinder:

Wegner, Karl-Heinz, Ing.(grad.), 6208 Bad  
Schwalbach, DE; Hodes, Erich, Dipl.-Chem. Dr., 6365  
Rosbach, DE; Mann, Horst, 6200 Wiesbaden, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Schichtverbundwerkstoff und Verfahren zu seiner Herstellung

Bei Schichtverbundwerkstoff mit metallischer Trägerschicht und Gleit- bzw. Reibschicht sind Kohlenstoff-Kurzfasern (Länge  $\leq 1$  mm, Durchmesser 0,04 mm bis 0,2 mm) als alleinige Faserstoffverstärkung in eine Matrix aus thermoplastischem Kunststoff oder einem Gemisch von zwei oder mehreren thermoplastischen Kunststoffen aus der Gruppe der Polyaryläther, Polyarylketone, Polyarylsulfide, Polyarylsulfone und Polyaryloxide eingelagert, ggf. zusammen mit Feststoffteilchen zur Verbesserung der Reib- bzw. Gleiteigenschaften mit Kornfraktion  $\leq 40\mu$  m. Dieser Schichtverbundwerkstoff zeichnet sich durch hohe Bindungsfestigkeit der Reib- bzw. Gleitschicht auf der Trägerschicht, hohe Abriebfestigkeit und hohe Ermüdungsfestigkeit der Gleit- bzw. Reibschicht aus. Der Schichtverbundwerkstoff läßt sich in einfach und sicher durchführbarem Verfahren herstellen, wobei ein die Gleit- bzw. Reibschicht bildendes Pulvergemisch fortlaufend auf ein Trägerschichtband aufzustreuen und sofort nach dem Aufstreuen mittels Rakeibalken aufzuschmelzen ist. Es erfolgt dabei gleichzeitig das gleichmäßige Einstellen des geforderten Aufstreumaßes, das Aufschmelzen des Kunststoffes zur Matrix und das Ausrichten der Kurzfasern in Wanderrichtung des Bandes. (32 21 785)

DE 32 21 785 A 1

st Available Copy

## PATENTANWALT DIPL.-PHYS. HEINRICH SEIDS

6200 Wiesbaden 1 · Bierstadter Höhe 15 · Postfach 5105 · Telefon (0 61 21) 56 20 22

Postscheck Frankfurt/Main 1810 08 - 602 · Bank Deutsche Bank 306 571 · Nass. Sparkasse 120 040 995

Wiesbaden, den 07. Juni 1982

G 544 VNR: 107565 S/ha

Glyco-Metall-Werke  
 Daelen & Loos GmbH  
 Stielstraße 11  
 6200 Wiesbaden

=====

Schichtverbundwerkstoff und Verfahren zu seiner  
 Herstellung

=====

P a t e n t a n s p r ü c h e

=====

- 1) Schichtverbundwerkstoff mit metallischer Trägerschicht  
 und Gleit- bzw. Reibschicht, die Kohlenstoff-Kurzfasern  
 als Verstärkungsfasern in einer aus Kunststoff gebil-  
 deten Matrix, ggf. zusammen mit die Reib- bzw. Gleit-  
 5 eigenschaften verbessernden Zusätzen, enthält,  
 dadurch gekennzeichnet, daß  
 die Kohlenstoff-Kurzfasern (27) die alleinige Faser-  
 stoffverstärkung der Reib- bzw. Gleitschicht sind, die  
 Matrix (26) aus einem thermoplastischen Kunststoff  
 10 oder einem Gemisch von zwei oder mehreren thermoplasti-  
 schen Kunststoffen aus der Gruppe der Polyaryläther,  
 Polyarylketone, Polyarylsulfide, Polyarylsulfone und  
 Polyaryloxide gebildet und auf die aufgerauhte Ober-

fläche (23) der metallischen Trägerschicht (21) gebunden ist und

die evtl. vorhandenen Zusätze zur Verbesserung der Reib- bzw. Gleiteigenschaften Feststoffteilchen mit einer Korn-  
5 fraktion  $\leq 40 \mu\text{m}$  sind.

2) Schichtverbundwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlenstoff-Kurzfasern (27) Graphitfasern sind.

3) Schichtverbundwerkstoff nach Anspruch 1 oder 2, dadurch  
10 gekennzeichnet, daß der Anteil der Kohlenstoff-Kurzfasern (27) in der Reib- bzw. Gleitschicht (22) 20 bis 45 Gew.-% beträgt.

4) Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Kohlenstoff-Kurzfasern (27)  $\geq 1 \text{ mm}$  ist, vorzugsweise 0,04 mm  
15 bis 0,2 mm, mit einem Durchmesser  $\leq 0,1 \text{ mm}$ , vorzugsweise 0,005 mm bis 0,03 mm.

5) Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der die Matrix (26) bildende  
20 thermoplastische Kunststoff Polyätherätherketon ist.

6) Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Schichtdicke der Reib bzw. Gleitschicht (22) 0,10 mm beträgt.

- 7) Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusätze zur Verbesserung der Reib- bzw. Gleiteigenschaften Festschmiermittel wie PTFE,  $\text{MoS}_2$  enthalten.
- 8) Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusätze zur Verbesserung der Reib- bzw. Gleiteigenschaften Glasmehl und/oder Glimmer, vorzugsweise synthetischen Glimmer, enthalten.
- 9) Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch eine Trägerschicht (21) aus Stahl, Kupferwerkstoff, beispielsweise  $\text{CuSn8}$ , Aluminiumwerkstoff, beispielsweise  $\text{AlZn5SiCuPb}$  oder entsprechend plattiertem Werkstoff, wie Stahl/Al oder Stahl/Bronze.
- 10) Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch eine Trägerschicht (21) aus Stahl mit einem aus kugeligter Bronze bestehenden porösen Sintergerüst (25) als Raugrund, auf dem die Reib- bzw. Gleitschicht (22) aufgebracht ist.

- 11) Verfahren zur Herstellung eines Schichtverbundwerkstoffes nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem ein Gemisch aus die Matrix bildenden Kunststoffteilchen mit Kurzfasern und ggf. Teilchen aus die Reib- bzw. Gleiteigenschaften verbessernden Zusätzen auf eine vorher aufgerauhte und gereinigte Oberfläche der metallischen Trägerschicht aufgebracht und unter Ausbildung der Kunststoffmatrix zur Reib- bzw. Gleitschicht zusammenschmolzen wird,
- dadurch gekennzeichnet, daß
- fortlaufend auf die mit Mindestrauhtiefe von  $20 \mu\text{m}$  Rt aufgerauhte Oberfläche eines die Trägerschicht bildenden Metallbandes ein Gemisch von Teilchen der Teilchengröße  $\leq 100 \mu\text{m}$  aus thermoplastischem Kunststoff oder einem Gemisch von zwei oder mehr thermoplastischen Kunststoffen aus der Gruppe der Polyaryläther, Polyarylketone, Polyarylsulfide, Polyarylsulfone und Polyaryloxide zusammen mit Kohlenstoff-Kurzfasern in einer Länge  $\leq 1 \text{ mm}$  und ggf. die Reib- und Gleiteigenschaften verbessernden Zusätzen aufgestreut und mittels Streubalken oder Rakel zu einer gleichmäßigen Schicht mit entsprechend der gewünschten Enddicke der zu bildenden Reib- bzw. Gleitschicht vorher bestimmter Dicke ausgebreitet wird und daß anschließend diese Schicht auf die aufgerauhte Oberfläche des Metallbandes geschmolzen wird.

- 12) Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufschmelzen der Reib- bzw. Gleitschicht unmittelbar nach dem Aufstreuen mittels des Streubalkens oder Rakelbalkens erfolgt, der dazu auf einer Temperatur von 50 bis 70 K oberhalb der Schmelztemperatur des die Matrix bildenden thermoplastischen Kunststoffes gehalten wird.
- 13) Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß anschließend an das Aufschmelzen der Reib- bzw. Gleitschicht in einem Durchlaufofen durch Beheizen des gebildeten Schichtverbundwerkstoff-Bandes von der Metallband-Seite her und durch Halten auf bzw. 50 bis 70 K oberhalb der Schmelztemperatur des die Matrix bildenden thermoplastischen Kunststoffes in der Reib- bzw. Gleitschicht enthaltene Luft bis zur Porenfreiheit dieser Schicht ausgetrieben wird.
- 14) Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das gebildete Schichtverbundwerkstoff-Band im Durchlaufofen durch Untenheizung oder durch induktive Heizung beheizt wird.
- 15) Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß das gebildete Schichtverbundwerkstoff-Band nach dem Verlassen des Durchlaufofens unter Einwirkung von

Heißluft auf die Reib- bzw. Gleitschicht langsam abgekühlt wird.

- 16) Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufrauen der zu beschichtenden Oberfläche des Metallbandes durch Schleifen, Bürsten oder Strahlen, beispielsweise Strahlen mit Stahlkies oder Korund, vorgenommen wird.
- 17) Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die mechanisch aufgeraute Oberfläche des Metallbandes vor dem Beschichten mittels alkalischer oder organischer Kaltreiniger, beispielsweise Perchloräthylen oder Trichloräthylen, gereinigt und entfettet wird.
- 18) Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufrauen der zu beschichtenden Oberfläche des Metallbandes durch Aufsintern eines Raugrundes, beispielsweise eines aus kugeligter Bronze gebildeten porösen Sintergerüsts, vorgenommen wird.

Die Erfindung bezieht sich auf einen Schichtverbundwerkstoff mit metallischer Trägerschicht und Gleit- bzw. Reibschicht, die Kohlenstoff-Kurzfasern als Verstärkungsfasern in einer aus Kunststoff gebildeten Matrix ggf. zusammen mit die Reib-  
5 bzw. Gleiteigenschaften verbessernden Zusätzen enthält.

Die Erfindung bezieht sich ferner auf ein Verfahren zur Herstellung von solchem Schichtverbundwerkstoff.

Ein organisches Reibungsmaterial, mit welchem die Funktions-  
schicht eines Schichtverbundwerkstoffes der eingangs be-  
10 schriebenen Art gebildet werden könnte, ist aus DE-PS  
30 16 041 bekannt. Hiernach sollen dem die Matrix einer Reib-  
schicht bildenden Phenol/Formaldehyd-Harz 15 bis 50 Vol.-%  
zerkleinerte Kohlenfasern mit einer durchschnittlichen  
Länge von 0,2 bis 10 mm und einem durchschnittlichen Durch-  
15 messer von 3 bis 50  $\mu\text{m}$ , 7 bis 20 Vol.-% Stahlfasern und  
10 bis 15 Vol.-% Füllstoffe beigemischt sein. Reibschichten,  
die aus solchem Reibungsmaterial gebildet sind, zeigen  
unter dynamischer Last völlig unzureichende Ermüdungsfestig-  
keit, was auf die Art der Harzmatrix sowie auch auf das  
20 Einbringen von Stahlfasern in die Harzmatrix zurückzuführen  
sein dürfte.

Aus DE-OS 29 35 205 sind ein Schichtverbundwerkstoff und  
ein Verfahren zu seiner Herstellung bekannt, bei welchen  
in die Kunststoffmatrix der gute Gleiteigenschaften auf-  
25 weisenden Funktionsschicht Kurzfasern, und zwar u.a. auch

Kohlenstoff-Kurzfasern, zusammen mit Kunststoff-Endlosfasern eingelagert sind. Die in DE-OS 29 35 205 beschriebene Herstellungsweise für solchen Schichtverbundwerkstoff ist kompliziert und aufwendig, nicht zuletzt weil das geordnete Einbringen von nebeneinanderliegenden Faserbündeln über eine Einführvorrichtung zum Aufstreichraket immer wieder zu erheblichen Schwierigkeiten führt. Darüberhinaus hat der aus DE-OS 29 35 205 bekannte Schichtverbundwerkstoff zur Herstellung von Fertigteilen, wie Lagerschalen und Lagerbuchsen, auch erhebliche Mängel, insbesondere qualitativ sehr große Schwankungen gezeigt. Beim Längsteilen von Schichtverbundwerkstoff-Bändern gemäß DE-OS 29 35 205 erleiden die Endlosfasern Scherungsbrüche. Beim Stanzen von Platinen aus solchen Bändern werden die Endlosfasern teilweise ebenfalls so unkontrolliert gebrochen, daß sie über die Teilfläche der Buchsen oder Lagerschalen hinausragen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen verbesserten Schichtverbundwerkstoff zu schaffen, der die genannten Mängel der bekannten Schichtverbundwerkstoffe nicht hat, hoch belastbar, insbesondere thermisch hoch belastbar ist, hohe Ermüdungsfestigkeit, insbesondere auch gegen Hydropulsbelastung bei hoher Abriebfestigkeit und hoher Bindungsfestigkeit der Funktionsschicht an der Trägerschicht aufweist. Dabei soll sich solcher Schichtverbundwerkstoff besonders einfach herstellen lassen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Schichtverbundwerkstoff der eingangs beschriebenen Art gelöst, bei dem die Kohlenstoff-Kurzfasern die alleinige Faserstoffverstärkung der Reib- bzw. Gleitschicht sind, die Matrix aus  
5 einem thermoplastischen Kunststoff oder einem Gemisch von zwei oder mehreren thermoplastischen Kunststoffen aus der Gruppe der Polyaryläther, Polyarylketone, Polyarylsulfide, Polyarylsulfone und Polyaryloxide gebildet und auf die aufgeraute Oberfläche der metallischen Trägerschicht gebunden  
10 ist und die evtl. vorhandenen Zusätze zur Verbesserung der Reib- bzw. Gleiteigenschaften Feststoffteilchen mit Kornfraktion  $\leq 40 \mu\text{m}$  sind.

Die eine Matrix aus einem solchen thermoplastischen Kunststoff oder aus mehreren solcher thermoplastischen Kunststoffen  
15 mit eingelagerten Kohlenstoff-Kurzfasern und Feststoffteilchen aufweisende Funktionsschicht läßt sich auf die aufgeraute Oberfläche der Trägerschicht aufschmelzen und dabei besonders fest an die Oberfläche der Trägerschicht binden und dabei praktisch porenfrei ausbilden. Die Einlagerung  
20 der Kurzfasern ist besonders gleichmäßig und zeichnet sich durch gute Einbindung der Kurzfasern in die Kunststoffmatrix aus.

Die Kohlenstoff-Kurzfasern können bevorzugt Graphitfasern sein, d.h. solche Kohlenstofffasern, die einer zusätzlichen kombinierten, mechanischen Wärmebehandlung unterworfen sind, um einen erheblich erhöhten Elastizitätsmodul zu erzielen.

- 5 Je nach Einsatzart des Schichtverbundwerkstoffes bzw. der aus ihm hergestellten Werkstücke können Graphitfasern mit speziell hohem Elastizitätsmodul oder Graphitfasern mit hoher Dehnbarkeit und Zugfestigkeit vorgesehen sein.

- 10 Es hat sich im Rahmen der Erfindung als zweckmäßig ein Anteil der Kohlenstoff-Kurzfasern zwischen 20 und 45 Gew.-% herausgestellt. Vorteilhaft sind Kohlenstoff-Kurzfasern vorgesehen, deren Länge  $\leq 1$  mm ist und die einen Durchmesser  $\leq 0,1$  mm aufweisen. Besonders zu bevorzugen sind Kohlenstoff-Kurzfasern in einer Länge von 0,04 mm bis 0,2 mm und mit
- 15 einem Durchmesser von 0,005 mm bis 0,03 mm.

Die Schichtdicke der Reib- bzw. Gleitschicht des erfindungsgemäßen Schichtverbundwerkstoffes soll bevorzugt maximal 0,10 mm betragen.

- 20 Als eine besonders vorteilhafte Kombination mit den Kohlenstoff-Kurzfasern, hat sich Polyätherätherketon als die Matrix bildender thermoplastischer Kunststoff herausgestellt.

Im Unterschied zu dem aus DE-OS 29 35 205 bekannten Schichtverbundwerkstoff hat sich bei der Erfindung überraschend gezeigt, daß die Kohlenstoff-Kurzfasern bzw. Graphit-Kurzfasern den Reibwert des Verbundwerkstoffes so absenken, daß  
5 die Gleiteigenschaften verbessernde Zusatzstoffe nicht mehr unbedingt erforderlich sind. Immerhin ist aber durchaus möglich und vorteilhaft, solche Zusatzstoffe, beispielsweise als Festschmiermittel wie PTFE,  $\text{MoS}_2$  vorzusehen. Man kann auch Glasmehl und/oder Glimmer, vorzugsweise synthetischen  
10 Glimmer, als Zusätze zur Verbesserung der Reib- bzw. Gleiteigenschaften vorsehen.

Die Trägerschicht des erfindungsgemäßen Schichtverbundwerkstoffs kann wahlweise aus verschiedenstem metallischem Material bestehen, beispielsweise aus Stahl, Kupferwerkstoff,  
15 beispielsweise  $\text{CuSn8}$ , Aluminiumwerkstoff, beispielsweise  $\text{AlZn5SiCuPb}$  oder entsprechend plattiertem Werkstoff, wie Stahl/Al oder Stahl/Bronze.

Eine besonders vorteilhafte Trägerschicht besteht aus Stahl und ist mit einem aus kugeligter Bronze bestehenden porösen  
20 Sintergerüst auf der die Reib- bzw. Gleitschicht tragenden Oberfläche versehen.

Der erfindungsgemäße Schichtverbundwerkstoff läßt sich in besonders einfachem Verfahren herstellen, und zwar ausgehend

davon, daß ein Gemisch aus die Matrix bildenden Kunststoff-  
teilchen mit Kurzfasern und ggf. Teilchen aus die Reib-  
bzw. Gleiteigenschaften verbessernden Zusätzen auf eine  
vorher aufgerauhte und gereinigte Oberfläche der metalli-  
schen Trägerschicht aufgebracht und unter Ausbildung der  
Kunststoffmatrix zur Reib- bzw. Gleitschicht zusammenge-  
schmolzen wird. Das erfindungsgemäße Verfahren kennzeichnet  
sich dadurch, daß fortlaufend auf die mit Mindestrauhtiefe  
von 50  $\mu\text{m}$  Rt aufgerauhte Oberfläche eines die Trägerschicht  
bildenden Metallbandes ein Gemisch von Teilchen der Teilchen-  
größe  $\leq 100 \mu\text{m}$  aus die Matrix bildendem thermoplastischem  
Kunststoff oder Gemisch thermoplastischer Kunststoffe aus  
der Gruppe der Polyaryläther, Polyarylketone, Polyarylsulfide  
Polyarylsulfone und Polyaryloxide zusammen mit Kohlenstoff-  
Kurzfasern in einer Länge  $\leq 1 \text{ mm}$  und ggf. die Reib- bzw.  
Gleiteigenschaften verbessernden Zusätzen aufgestreut und  
mittels Streubalken oder Rakel zu einer gleichmäßigen  
Schicht mit entsprechend der gewünschten Enddicke der zu  
bildenden Reib- bzw. Gleitschicht vorher bestimmter Dicke  
ausgebreitet wird und daß anschließend diese Schicht auf  
die aufgerauhte Oberfläche des Metallbandes geschmolzen wird.

Das Aufschmelzen der Reib- bzw. Gleitschicht kann unmittel-  
bar nach dem Aufstreuen mittels des Streubalkens oder Rakel-  
balkens erfolgen, der dazu auf eine Temperatur von 50 bis  
70 K oberhalb der Schmelztemperatur des die Matrix bildenden

thermoplastischen Kunststoffes gehalten wird. Hierdurch übernimmt der Streubalken bzw. Rakelbalken neben der Erzielung des geforderten Aufstreumaßes zur Erreichung einer gewünschten Enddicke auch bereits das Aufschmelzen des Kunststoffes  
5 und das Ausrichten der Kurzfasern in Wanderrichtung des Bandes.

Anschließend an das Aufschmelzen der Reib bzw. Gleitschicht kann vorteilhaft in einem Durchlaufofen durch Beheizen des gebildeten Schichtverbundwerkstoff-Bandes von der Metall-  
10 band-Seite her und durch Halten auf bzw. 50 bis 70 K oberhalb der Schmelztemperatur des die Matrix bildenden thermoplastischen Kunststoffes in der Reib- bzw. durch das Aufstreuen unvermeidlich enthaltene Luft bis zur Porenfreiheit dieser Schicht ausgetrieben werden. Das Beheizen des gebildeten Schichtverbundwerkstoff-Bandes im Durchlaufofen  
15 sollte bevorzugt durch Untenheizung oder durch induktive Heizung erfolgen, um dadurch besonders gute Bindungsfestigkeit der Reib- bzw. Gleitschicht auf der Trägerschicht zu erreichen.

20 Zur Vermeidung von Schwindungsrissen empfiehlt es sich, das gebildete Schichtverbundwerkstoff-Band nach dem Verlassen des Durchlaufofens unter Einwirkung von Heißluft auf die Reib- bzw. Gleitschicht langsam abzukühlen.

Das Aufrauen der zu beschichtenden Oberfläche des die Trägerschicht bildenden Metallbandes kann in jeglicher herkömmlicher Weise erfolgen, beispielsweise durch Schleifen, Bürsten oder Strahlen, beispielsweise Strahlen mit Stahlkies oder Korund. Eine so mechanisch aufgerauhte Oberfläche sollte bevorzugt vor dem Beschichten mittels alkalischer oder organischer Kaltreiniger, beispielsweise Perchloräthylen oder Trichloräthylen gereinigt und entfettet werden. Eine andere bevorzugte Möglichkeit zum Aufrauen der zu beschichtenden Oberfläche des die Trägerschicht bildenden Metallbandes besteht im Aufsintern eines Rauhrundes, beispielsweise eines aus kugeligem Bronze bestehenden porösen Sintergerüsts.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Schichtverbundwerkstoffs und sein Herstellungsverfahren werden im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 das Verfahrensschema;

Fig. 2 einen Schnitt durch den erfindungsgemäßen Schichtverbundwerkstoff in Längsrichtung, d.h. Beschichtungsrichtung mit Vergrößerung 100:1 und

Fig. 3 einen Schnitt durch den erfindungsgemäßen Schichtverbundwerkstoff quer zur Beschichtungsrichtung mit Vergrößerung 100:1.

Ein Band 11 von metallischem Trägerwerkstoff, beispielsweise einseitig verkupfertes Stahlband, mit aufgebrachtem Rauhrund aus zu einem porösen Sintergerüst aufgesinterter kugelliger Bronze wird mit Führungsrollen 12 unter einem Pulvertrichter 13 vorbeigeführt, aus welchem ein Pulvergemisch aus Polyätherätherketon mit Teilchengröße  $\leq 100 \mu\text{m}$  mit Graphit-Kurzfasern mit einer Länge unter 1,0 mm und einem Durchmesser zwischen 0,005 mm und 0,03 mm aufgestreut wird, evtl. leicht geschlichtet, beispielsweise mit Polyimiden und/oder Polyacrylverbindungen. Das Pulvergemisch wird dadurch vorbereitet, daß der die Matrix bildende thermoplastische Kunststoff bevorzugt Polyätherätherketon bei Zugabe von flüssigem Stickstoff auf die genannten Teilchengröße gemahlen wird. Dem so erzeugten Kunststoffpulver werden die Kohlenstoff-Kurzfasern und ggf. die Reib- bzw. Gleiteigenschaften verbessernde Feststoffteilchen beigemischt, bevor dieses Pulvergemisch dem Pulvertrichter 13 zugeführt wird.

Unmittelbar hinter dem Pulvertrichter 13 läuft das metallische Trägermaterialband 11 unter einem beheizten Rakelbalken 14 hindurch, der auf eine Temperatur zwischen 50 und 70 K über der Schmelztemperatur des jeweiligen die Matrix bildenden

Kunststoffes, d.h. im vorliegenden Fall des Polyätherätherketons gehalten wird. Der Rakelbalken bewirkt zunächst ein gleichmäßiges Verteilen des Pulvergemisches über die gesamte Breite des Trägermaterialbandes 11 in einem gleichmäßigen Aufstreumaß, wie es zur Erreichung der gewünschten Enddicke der Reib- bzw. Gleitschicht entspricht. Zugleich wird durch den beheizten Rakelbalken der die Matrix bildende thermoplastische Kunststoff geschmolzen, und die Kohlenstoff-Kurzfasern werden in Laufrichtung des Trägerschichtbandes 11 ausgerichtet. Das so vorbereitete Schichtverbundwerkstoff-Band 15 gelangt in einen Sinterofen 16, in welchem es von der Metallbandseite her, d.h. durch Unterhitze oder bevorzugt durch induktive Beheizung auf eine Temperatur im Bereich von 50 bis 70 K oberhalb der Schmelztemperatur des thermoplastischen Kunststoffs, d.h. des Polyätherätherketons erhitzt und auf dieser Temperatur gehalten wird. Während dieses Aufheizens im Sinterofen bzw. Durchlaufofen 16 wird - ggf. unter Anwendung von Unterdruck oder Vakuum - die mit dem Aufstreuen des Pulvergemisches unvermeidlich eingelagerte Luft bis zur praktisch völligen Porenfreiheit der gebildeten Reib- bzw. Gleitschicht ausgetrieben. Nach dem Verlassen des Durchlaufofens bzw. Sinterofens 16 wird das Band von fertigem Schichtverbundwerkstoff 17 unter Bestreichen der gebildeten Reib- bzw. Gleitschicht mit Heißluftstrahlen 18 durch Führungsrollen 19 geleitet und zu einem Wickel oder Rolle 20 aufgewickelt.

In Abwandlung dieses Herstellungsverfahrens kann auch von einem anderen Trägerwerkstoffband ausgegangen werden, beispielsweise Kupferwerkstoffband, Aluminiumwerkstoffband oder plattierten Werkstoffbändern. Das Aufrauen des Trägerwerkstoffbandes kann mechanisch erfolgen durch Strahlen (Stahlkies oder Korund), Bürsten oder Schleifen mit Schleifbändern. In jedem Fall soll aber eine Mindestrauigkeit von  $20 \mu\text{m Rt}$  erzielt werden. Unmittelbar vor dem eigentlichen Beschichten sollte dann auch ein Reinigungsvorgang mit organischen oder alkalischen Kaltreinigern vorgesehen werden.

Die in den Figuren 2 und 3 wiedergegebenen Schnitte durch den Schichtverbundwerkstoff 17 zeigen die Trägerschicht 21 aus Stahl, die auf ihrer die Reib- bzw. Gleitschicht 22 tragenden Oberfläche 23 in dünner Schicht 24 verkupfert ist. Auf die dünne Verkupferungsschicht 24 ist ein Raugrund 25 aus kugeligter Bronze als poröses Sintergerüst aufgesintert. Über diesen Raugrund 25 ist die eigentliche Reib- bzw. Gleitschicht geschmolzen, die eine Matrix 26 aus Polyätherätherketon aufweist. Dabei ist diese Matrix 26 in die Hohlräume des Sintergerüsts 25 eingeschmolzen. In die Matrix 26 sind Graphit-Kurzfasern 27 eingelagert. Figur 2 zeigt diese eingelagerten Graphit-Kurzfasern 27 im Längsschnitt und deshalb vornehmlich als längliche Gebilde, während Figur 3 die Graphit-Kurzfasern im Querschnitt und daher punktförmig zeigt.

Außer den Graphit-Kurzfasern könnten in anderen Ausführungs-  
beispielen auch noch die Reib- bzw. Gleiteigenschaften ver-  
bessernde bzw. beeinflussende Zusätze in die Matrix 26  
eingelagert sein, beispielsweise PTFE-Teilchen, Glasmehl  
5 oder Teilchen aus synthetischem Glimmer u.dgl. mehr.

Anstelle der oben erwähnten Graphit-Kurzfasern können  
Kohlenstofffasern verschiedener Art in die Matrix 26 einge-  
lagert sein, beispielsweise Kohlenstofffasern, die aus  
Reyon oder Bitumen hergestellt sind. Die im oben beschrie-  
benen Beispiel benutzten Graphit-Kurzfasern sind im wesent-  
lichen aus Polyacrylnitril hergestellt. Graphitfasern unter-  
10 scheiden sich von den übrigen Kohlenstofffasern dadurch, daß  
sie einem in der einschlägigen Literatur beschriebenen zu-  
sätzlichen Graphitierungsvorgang unter Einfluß von erhöhter  
15 Temperatur und mechanischer Belastung unterworfen worden  
sind und deshalb einen gegenüber den übrigen Kohlenstoff-  
fasern erhöhten Elastizitätsmodul aufweisen. Je nach  
Führung des Graphitierungsvorganges können solche Graphit-  
fasern auf speziell hohen Elastizitätsmodul oder auf speziell  
20 hohe Dehnbarkeit bzw. Zugfestigkeit eingestellt werden.  
Für die in die Matrix 26 einzulagernden Graphitfasern 27  
kann dann je nach dem vorgesehenen Anwendungsfall des  
Schichtverbundwerkstoffs zwischen diesen speziell einge-  
stellten Graphitfasern gewählt werden.

Mit Stoßdämpferbuchsen, die aus dem oben beschriebenen Schichtverbundwerkstoff geformt worden sind, wurden Versuche unternommen, die erheblich günstigere Belastungswerte und wesentlich niedrigere Ausfallquoten als entsprechende Versuche vergleichbaren Stoßdämpferbuchsen aus bekanntem Schichtverbundwerkstoff ergaben.

Stoßdämpferbuchsen aus oben beschriebenem Schichtverbundwerkstoff und Stoßdämpferbuchsen aus vergleichbarem bekanntem Schichtverbundwerkstoff wurden bei Versuchen auf einer Hydropuls-Anlage unter folgenden Bedingungen geprüft:

- $h_1 = \pm 40 \text{ mm}$  bei 1 Hz  
 $h_2 = \pm 8 \text{ mm}$  bei 12 Hz  
 Hub  $h_1$  wurde hierbei Hub  $h_2$  überlagert  
 Funktion: Dreieck
- 15 Geschwindigkeit:  $h_1 = 0,16 \text{ m/s}$   
 $h_2 = 0,40 \text{ m/s}$   
 Versuchsdauer: 278 Stunden  
 Lastwechsel:  $h_1 = 1 \text{ Million Hübe}$   
 $h_2 = 12 \text{ Millionen Hübe}$
- 20 Gesamtgleitweg: 320.000 m  
 Seitenbelastung: Während 1 min 690 N  
 Während 15 s 3.700 N

Die Versuche ergaben mit Stoßdämpferbuchsen aus dem oben

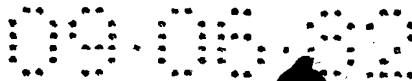
09.05.80

3221785

Dipl.-Phys. Heinrich Seids · Rechtsanwalt · Bierstadter Höhe 15 · Postfach 5105 · 6200 Wiesbaden 1 · ☎ (06121) 562022

- 20 -

beschriebenen Schichtverbundwerkstoff eine Ausfallquote unterhalb von 2%. Dagegen zeigten Stoßdämpferbuchsen aus Schichtverbundwerkstoff mit in die Matrix eingelagerten Endlosfasern in 75% aller Fälle Schwingungsrisse.



3221785

**PATENTANWALT DIPL.-PHYS. HEINRICH SEIDS**

6200 Wiesbaden 1 · Bierstadter Höhe 15 · Postfach 5105 · Telefon (0 61 21) 56 20 22

Postscheck Frankfurt/Main 1810 08 - 602 · Bank Deutsche Bank 306 571 · Nass. Sparkasse 120 040 995

Wiesbaden, den 07. Juni 1982

G 544 VNR: 107565 S/ha

Glyco-Metall-Werke  
Daelen & Loos GmbH  
Stielstraße 11  
6200 Wiesbaden

=====

Schichtverbundwerkstoff und Verfahren zu seiner Herstellung

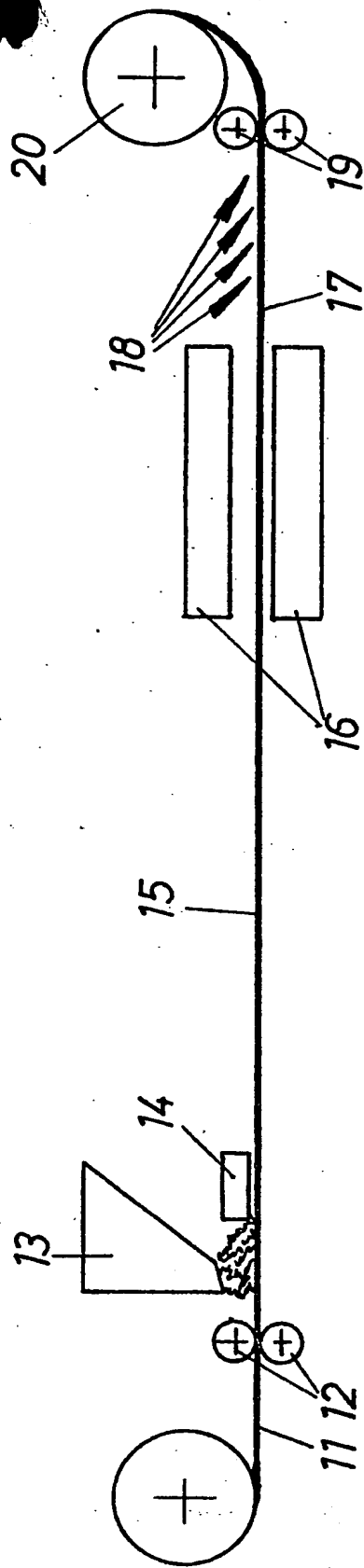
=====

Bezugszeichenliste

=====

- |    |  |
|----|--|
| 11 | Trägerschichtband                          |
| 12 | Führungsrollen                             |
| 13 | Pulvertrichter                             |
| 14 | Beheizter Rakelbalken                      |
| 15 | vorbereitetes Schichtverbundwerkstoff-Band |
| 16 | Durchlaufofen (Sinterofen)                 |
| 17 | Schichtverbundwerkstoff (fertig)           |
| 18 | Heißluft-Strahlen                          |
| 19 | Führungsrollen                             |
| 20 | Wickel, Rolle                              |
| 21 | metallische Trägerschicht                  |
| 22 | Reib- bzw. Gleitschicht                    |
| 23 | Oberfläche von 21                          |
| 24 | Verkupferungs-Schicht                      |
| 25 | Sintergerüst (Rauhgrund)                   |
| 26 | Matrix                                     |
| 27 | Kohlenstoff-Kurzfasern                     |

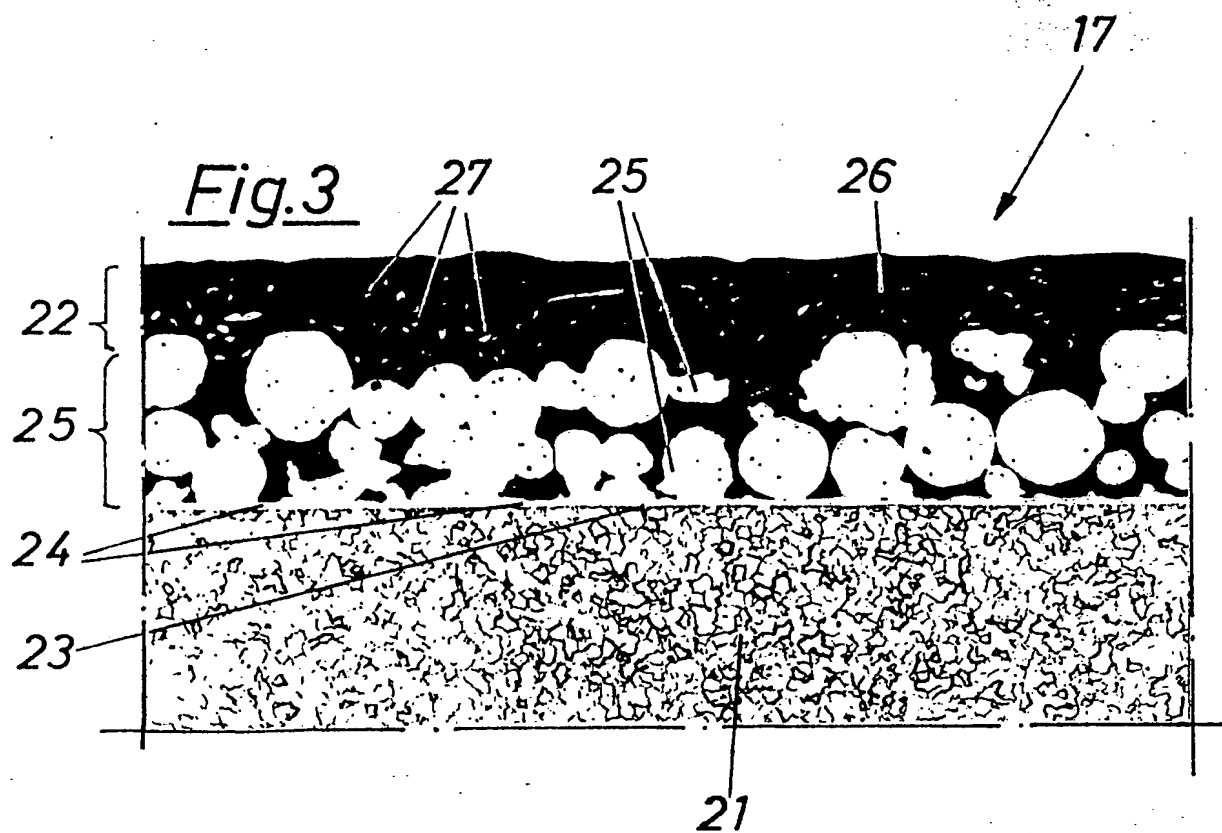
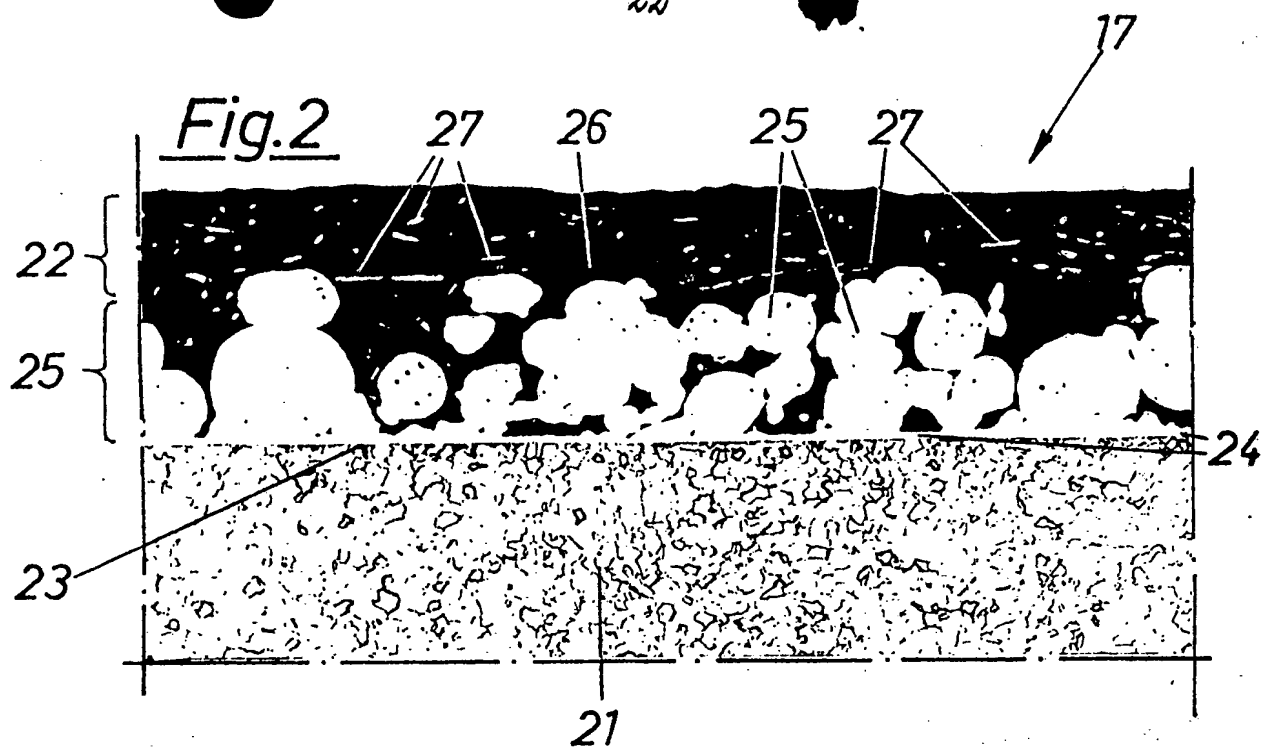
Fig.1



-23-

Nummer:  
Int. Cl.<sup>3</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

32 21 785  
B 32 B 15/08  
9. Juni 1982  
12. Januar 1984



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**